CNRC·NRC
Institut de recherche en construction

Solution constructive nº 68

Les mortiers de rejointoiement pour les bâtiments de maçonnerie ancienne – Considérations pour l'exécution

par A.H.P. Maurenbrecher, K. Trischuk, M.Z. Rousseau et M.I. Subercaseaux

Cet article contient de l'information essentielle sur la mise en œuvre des mortiers de rejointoiement en vue de la conservation des bâtiments de maçonnerie ancienne.

Le présent article devrait être consulté conjointement avec *Solution constructive n° 67* : « Les mortiers de rejointoiement pour les bâtiments de maçonnerie ancienne – Considérations pour la conception ».

Le rejointoiement de maçonneries anciennes implique normalement l'utilisation de mortiers à faible résistance et nécessite une exécution plus soignée et plus attentive que le rejointoiement de maçonneries modernes. De nombreux facteurs entrent en jeu, notamment la sélection de mortiers adéquats et leur mise en œuvre. Les questions de conception et de sélection ont fait l'objet d'un article antérieur. Ici, nous nous attardons à l'exécution, y compris la programmation des travaux, les qualifications des ouvriers, le dégarnissage du joint de mortier, le malaxage, la mise en œuvre et la cure. Le cahier de charges du projet devrait contenir un énoncé précis sur les attentes relativement à chacun de ces aspects.

Considérations pré-mise en œuvre

Pour assurer une réparation réussie, plusieurs aspects importants doivent être pris en considération avant d'entreprendre les travaux

Choix d'entrepreneurs qualifiés. La réussite du rejointoiement de bâtiments en maçonnerie anciens repose sur le choix d'entrepreneurs expérimentés. L'accréditation de l'entrepreneur est garant de la formation adéquate des ouvriers par un organisme reconnu. Lorsqu'il s'agit de structures historiques, un nombre minimal d'années d'expérience en conservation constitue un critère de sélection judicieux. Ainsi, Travaux publics et Services gouvernementaux Canada (TPGSC) recommande que le maçon retenu ait plus de cinq ans d'expérience dans ce domaine, acquise après l'accréditation, ou qu'il soit encadré par un maçon ayant une expérience semblable. La qualité des projets

Figure 1. Le rejointoiement consiste à enlever le mortier de surface (endommagé) des joints et à regarnir les joints d'un nouveau mortier.

similaires peut également servir de critère à l'évaluation de l'entrepreneur. Certains collèges et organismes se consacrant à la conservation des bâtiments de maçonnerie ancienne offrent des formations en restauration des maçonneries. Les fabricants de mortier offrent aussi des formations pratiques aux utilisateurs de leurs produits.

Considérations saisonnières. La période de l'année et la température peuvent être des facteurs de taille dans l'exécution d'un projet, les mortiers à faible résistance étant sensibles aux conditions climatiques extrêmes pendant leur mise en œuvre et leur cure. Le gel et le séchage accéléré du mortier par la chaleur, par exemple, nuiront à sa durabilité. Sous les climats nordiques, la période propice au rejointoiement peut être très courte.

Questions liées à l'occupation du bâtiment. Il faut veiller à ce que les travaux de rejointoiement n'occasionnent pas de désagréments excessifs pour les occupants et les visiteurs du bâtiment. En effet, les travaux peuvent nécessiter l'installation prolongée d'échafaudages et le dégarnissage des joints risque de générer beaucoup de bruit et de poussière. Ces désagréments peuvent avoir des répercussions sur l'occupation du bâtiment et la programmation des travaux doit en tenir compte.

Sections d'essai. L'entrepreneur devrait exécuter des travaux de rejointoiement sur des petites sections représentatives et moins visibles de la maçonnerie. Ces sections serviront de référence permettant d'établir une norme de travail acceptable, d'évaluer la qualité des ouvriers et la compatibilité de la coloration et de la texture du mortier ainsi que des finitions des surfaces des joints sélectionnés pour les travaux.

Dégarnissage des joints

Le dégarnissage des joints est une première étape cruciale dans l'exécution des travaux de réparation. Une préparation soignée facilite le compactage du nouveau mortier dans le joint et favorise l'adhérence du mortier frais aux éléments de maçonnerie et au mortier d'assise. Les pratiques inadéquates, l'utilisation inappropriée des outils et le manque de savoir-faire risquent d'endommager les arêtes des éléments de maçonnerie, nuire à leur valeur esthétique et accélérer les dommages causés par les intempéries.

Les joints à rejointoyer doivent être découpés proprement à angle droit (Figure 2). En règle générale, les joints à rejointoyer

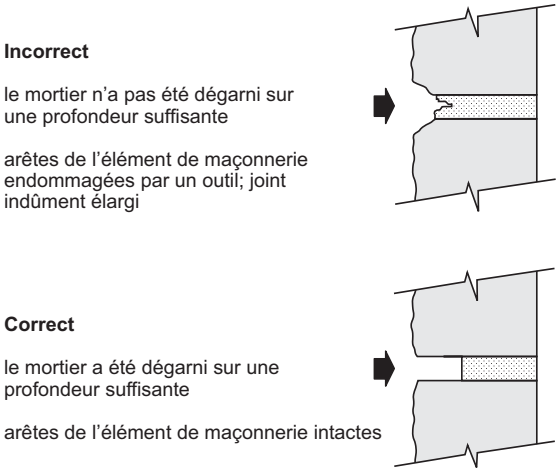

Figure 2. Dégarnissage correct et incorrect des joints avant le rejointoiement

doivent être dégarnis sur une profondeur égale au double de leur épaisseur. Dans le cas des joints de mortier minces, uniquement les parties détériorées devraient être dégarnies, pour éviter d'endommager les éléments de maçonnerie. On veillera également à débarrasser les joints à rejointoyer de tous les matériaux friables. Plus les joints sont profonds, plus il est difficile d'y compacter le mortier frais. Il faudra évaluer les conséquences de l'importance et de la profondeur du dégarnissage des joints sur la stabilité de la façade à rejointoyer et les contraintes qu'elle subit avant de déterminer la superficie à rejointoyer à la fois.

Les joints à rejointoyer sont traditionnellement dégarnis à l'aide d'outils à main, comme les burins ou les petits burins pneumatiques. Ces outils minimisent le risque d'endommager les éléments de maçonnerie. On évitera d'utiliser des scies ou des meuleuses électriques sur les joints minces ou verticaux, pour ne pas endommager les arêtes des éléments de maçonnerie. Par contre, dans le cas de joints horizontaux larges et uniformes, une meuleuse ou une scie électrique peut être utilisée avec beaucoup de précaution dans la partie centrale d'un joint pour briser un mortier dur avant de compléter le dégarnissage du joint à l'aide d'un marteau et d'un burin. De même, il peut être nécessaire d'utiliser une meuleuse pour briser la partie centrale des joints de mortier dur entre des pierres tendres afin d'en faciliter le dégarnissage. Avant d'accepter l'utilisation d'outils électriques, il est recommandé de faire un essai sur une section de mur afin de confirmer l'efficacité de la méthode et le savoir-faire de l'ouvrier.

Après le dégarnissage, nettoyer les joints à l'aide d'une brosse ou d'un aspirateur, puis rincer les joints au jet d'eau en commençant par le haut de l'ouvrage vers le bas pour éliminer tous les matériaux friables et la poussière.

Malaxage du mortier

Les constituants du mortier devraient être entreposés à l'abri de l'humidité. Le sable devrait être protégé de la contamination par les matériaux au sol et de la pluie. Le dosage (c.-à-d. la mesure) des constituants du mortier par poids donne des gâchées plus uniformes que le dosage du mortier en volume que favorise l'industrie. Le dosage en volume induit d'importantes variations, parce que le niveau de compactage des conteneurs de mesure varie selon l'ouvrier. Il convient donc de confier le dosage à une même personne. De plus, parce que le sable humide peut occuper jusqu'à 30 p. 100 plus de volume que le sable sec, le dosage en volume risque de produire des mortiers de différentes résistances.

Le dosage du mortier peut être basé sur du sable sec ou humide. (La norme CSA A179 suppose que les proportions sont établies en fonction de sable humide.) Cette caractéristique doit être prise en considération au moment de définir les proportions des constituants du mortier sur le chantier. Il convient de vérifier la teneur en eau du sable avant et pendant le projet de sorte que les proportions puissent être modifiées en fonction des variations de la teneur en eau du sable. Une façon de préserver la teneur en eau du sable tout au long des travaux consiste à protéger le sable des éléments (p. ex. en le conservant dans des bacs à sable ou en le protégeant du soleil et de la pluie). Les mortiers prémélangés et emballés auxquels il suffit d'ajouter de l'eau sont une des solutions disponibles à la variabilité du dosage en chantier.

Le mélange des constituants du mortier doit donner un produit homogène. Le malaxage mécanique est préférable, soit par malaxeur à pales standard ou par broyeur à mortier. (Le broyeur sert normalement à confectionner les mortiers ayant la chaux en pâte comme principal liant.) Pour une petite gâchée, on peut utiliser une perceuse à main munie d'un fouet (comme pour le plâtre) ou encore mélanger vigoureusement à la main – sans toutefois confectionner plus de mortier que ce que nécessaire pour la mise en œuvre immédiate. Le concepteur doit spécifier les procédures de malaxage avant le début des travaux et les constituants du mortier doivent être très bien mélangés. Les procédures de malaxage diffèrent selon le type de liant utilisé. (Se conformer aux directives du fabricant.) La plasticité du mortier s'améliore avec le temps de malaxage, mais il faut éviter qu'une quantité d'air excessive ne s'introduise dans le mélange en présence d'un entraîneur d'air. En règle générale, le malaxage recommandé ne doit pas dépasser cinq minutes. Une fois malaxé, le mortier est parfois laissé au repos pendant quelques minutes pour bien humecter ses constituants. Cette procédure est notamment importante si du sable sec a été utilisé (cas des mortiers prémélangés, p. ex.). Le mortier sera brièvement remalaxé et de l'eau sera ajoutée si nécessaire après cette période de repos.

Figure 3. Le cône de Vicat tombe librement dans un cylindre de mortier; la profondeur de pénétration donne un indice de la consistance du mortier.

Le volume d'eau total requis pour un mortier dépend des conditions climatiques. Ce volume est souvent laissé à l'appréciation du maçon, mais il ne faudrait pas négliger certains points. Le mortier de rejointoiement a moins besoin d'eau qu'un mortier d'assise pour la pose d'éléments de maçonnerie. Un mortier sec est plus propre à travailler (Il ne tache pas les éléments qui entourent les joints rejointoyés.), plus facile à compacter dans le joint et moins propice au retrait pendant la cure. Cela étant, il arrive qu'un mortier de rejointoiement soit trop sec. Or, un mortier excessivement sec peut ne pas activer les entraîneurs d'air qui lui ont été ajoutés pour améliorer sa résistance au gel. Les mortiers trop secs ont, en définitive, un très faible rendement. L'essai au cône de Vicat permet de vérifier très rapidement au chantier la maniabilité d'un mortier (ASTM C780) (Figure 3). Pour les mortiers de rejointoiement, le cône de Vicat devrait généralement indiquer des valeurs oscillant entre 15 et 30 mm, selon le type de mortier et les conditions du chantier.

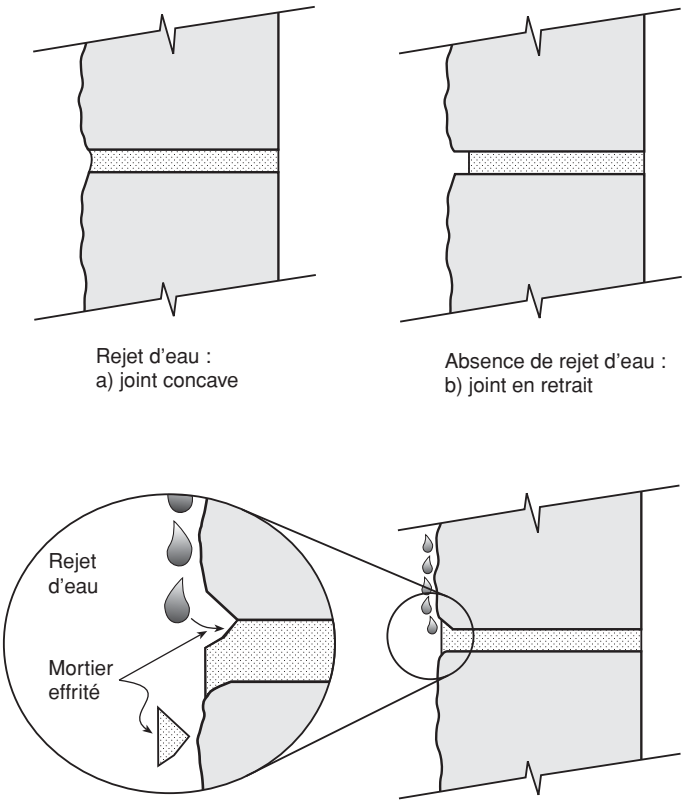

Figure 4. Différents types de façonnage de joints

Par temps chaud, il convient de couvrir le conteneur de mortier d'une toile humide pour éviter qu'il ne sèche. (On pourra recourir au cône de Vicat pour évaluer sa maniabilité.) Si la température de l'air risque de dépasser 27 °C, les travaux de rejointoiement devraient être remis à une date ultérieure.

Mise en œuvre du mortier

Le rejointoiement devrait se faire du sommet de la façade vers le bas, à l'abri du soleil. Adapter l'échafaudage pour abriter l'ouvrage du soleil. Avant de mettre en œuvre le mortier, humecter les joints afin de minimiser la perte d'eau du mortier frais par capillarité dans la maçonnerie. La préhumectation conserve le joint de mortier humide plus longtemps, favorise sa cure et réduit le risque de tacher les éléments de maçonnerie. Le niveau d'intervention nécessaire pour préhumecter dépend de la capacité d'absorption d'eau de la maçonnerie et de la température. Le joint à rejointoyer devrait être humide sans être détrempé.

La qualité du compactage du mortier frais dans le joint influe sur son liaisonnement aux substrats (et sur sa résistance aux cycles gel-dégel). Un fer à rejointoyer court permet d'exercer une plus grande pression. Pour les joints de moins de 25 mm de profondeur, rejointoyer les couches successivement, sans interruption. Dans le cas d'un rejointoiement profond, rejointoyer la première couche en laissant au joint une surface rugueuse, laisser reposer pendant un jour, remouiller le joint et continuer le rejointoiement. Éviter d'étaler le mortier sur la surface des éléments de maçonnerie. Dans le cas des joints minces, couvrir les éléments de maçonnerie adjacents d'un ruban protecteur pour ne pas les tacher.

Le mortier à base de ciment Portland et de chaux devrait être utilisé dans les 2 heures suivant l'ajout d'eau au mélange quand la température de l'air est inférieure à 25 °C (1 ½ heure pour des températures plus élevées). Le mortier à base de chaux hydraulique se conserve beaucoup plus longtemps (jusqu'à 24 heures, selon son hydraulicité) et le mortier à base de chaux et de sable se conserve indéfiniment, tant qu'il est humide. Un remalaxage avec de l'eau peut être nécessaire si le mélange est devenu trop sec. Un mortier à base de ciment Portland et de chaux ne devrait pas être remélangé avec de l'eau plus d'une fois. Quant aux mortiers contenant un adjuvant colorant, ils ne devraient pas être remélangés avec de l'eau sous peine d'affecter la coloration du mortier.

La finition (le façonnage) de la surface du joint de mortier influe sur sa résistance à l'eau (Figure 4). Éviter de faire déborder le mortier sur la surface des éléments de maçonnerie. Ces bavures de mortier s'effritent facilement, collectent de l'eau et donnent aux joints une fausse impression d'épaisseur (Figure 4c). Les finitions typiques vont du joint concave (4a – meilleur compactage et meilleure résistance à l'infiltration de l'eau) au joint en retrait (4b – le moins efficace). Si les éléments de maçonnerie ont des arêtes érodées, encastrer légèrement le mortier. Ajuster la texture du mortier à l'aide d'une brosse en soie dure pour boucharder le mortier une fois sec (dur au toucher). Pour obtenir l'effet esthétique désiré, d'autres finitions et des outils particuliers peuvent être nécessaires.

Une brosse en soies naturelles ou en nylon peut être utilisée pour enlever les bavures de mortier autour du joint, une fois le mortier dur au toucher. Quand le travail est bien exécuté, il n'est pas nécessaire de nettoyer la maçonnerie. Le nettoyage de la maçonnerie pourrait lessiver la chaux contenue dans le mortier et causer des taches sur la maçonnerie.

Cure et protection du mortier

Éviter que le mortier ne sèche trop vite, car cela peut entraîner des fissures de retrait. Les joints de mortier frais doivent être protégés de la pluie, du vent et du soleil et être maintenus humides pendant trois à sept jours. Les mortiers à base de liants hydrauliques à durcissement lent, comme la chaux hydraulique, devraient être soumis à une cure humide d'au moins sept jours, et les mortiers de ciment Portland et de chaux de type N et O, à une cure humide de trois à quatre jours. Pour créer les conditions de la cure humide, installer une toile de jute humide (recouverte d'une membrane de plastique) sur la maçonnerie et ré-humecter régulièrement la toile de jute avant qu'elle ne sèche. (Tenir la toile de jute hors de contact de la maçonnerie pour éviter les taches de mortier.) L'humectation régulière seule de la maçonnerie ne suffit pas, car l'évaporation de l'eau à la surface de la maçonnerie peut se produire très rapidement par temps chaud, sec et venteux. Éviter que l'eau ne s'écoule des joints de mortier pendant la cure humide, sous peine de lessiver la chaux contenue dans le mortier et de causer des taches.

Veiller à rejointoyer bien avant ou bien après les périodes de gel. Si le rejointoiement s'est involontairement poursuivi dans la saison froide, protéger du gel le mortier fraîchement placé (p. ex., en construisant un abri temporaire chauffé). Pour un mortier 1:2:8 (CP:chaux:sable) ou les mortiers plus résistants, planifier la cure suivante :

- Pour les trois premiers jours, la cure humide devrait se dérouler à une température toujours supérieure à 10 °C. (Installer une toile de jute humide recouverte d'une membrane de plastique.). Cette période doit être prolongée pour atteindre jusqu'à 7 jours lorsqu'il s'agit de mortiers moins résistants.
- Pour les quatre jours suivants, la maçonnerie devrait être protégée du vent et de la pluie et maintenue à une température supérieure à 0 °C. À cette étape, il convient de retirer la toile de jute et la membrane de plastique). Cela permettra au mortier de sécher partiellement avant son exposition au gel. Toutefois, éviter un séchage trop rapide du mortier (le chauffage de l'air réduit son humidité relative). On s'assurera donc de maintenir une humidité relative élevée à l'intérieur de l'abri chauffé. Dans le cas des mortiers de très faible résistance, une période plus longue de protection contre les intempéries peut s'imposer.

Contrôle de la qualité

Le spécialiste en conservation chargé de la supervision des travaux et du contrôle de la qualité doit se rendre sur le chantier plus souvent qu'il ne le fait pour les projets de construction de maçonnerie moderne. La performance des mortiers de faible résistance est tributaire de la qualité de leur mise en œuvre. Une inspection quand les joints sont dégarnis, nettoyés et découpés en angle droit, après un rejointoiement en profondeur (>25 mm) et quand le rejointoiement est complété, contribue à la qualité des travaux.

Les essais de contrôle de la qualité comprennent la résistance à la compression des cubes de mortier, le foisonnement du sable (soit le changement de volume imputable à la teneur en humidité du sable), la teneur en air du mortier frais, le rapport liant/sable et la consistance du mortier. Le cône de Vicat est un outil qui permet aux responsables du contrôle de la qualité de vérifier rapidement au chantier la consistance du mortier et de surveiller sa perte d'eau par temps chaud.

Entretien

Une fois le rejointoiement terminé, le propriétaire de l'ouvrage devrait recevoir un manuel d'entretien contenant l'évaluation de l'ouvrage pré-exécution, les matériaux et les pratiques utilisés pour la conservation, la recommandation d'une inspection visuelle régulière des signes de sa détérioration idéalement sous forme de liste de vérification, un calendrier d'entretien et la composition du mortier pour le futur rejointoiement d'entretien. De l'espace devrait être laissé pour enregistrer les données à venir durant la vie de service de l'édifice. En cas d'utilisation de sels de déglaçage au périmètre de l'ouvrage, des inspections plus fréquentes devraient être effectuées.

Sommaire

Le rejointoiement des maçonneries anciennes diffère du rejointement des maçonneries modernes et la réussite de tels projets exige une exécution soignée. Voici d'importants éléments à prendre en considération :

- La conservation d'immeubles historiques devrait être confiée à des entrepreneurs, des maçons et des professionnels chevronnés.
- Il faut porter une attention particulière aux conditions de chantier, comme la programmation des travaux, le dégarnissage des joints de même que le mélange, la mise en œuvre et la cure du mortier.
- Le cas échéant, il faut protéger du gel le mortier frais.
- Un excellent contrôle de la qualité du rejointoiement est nécessaire puisque les mortiers de faible résistance pardonnent moins les erreurs d'exécution.
- Un entretien régulier est nécessaire pour prévenir les problèmes qui réduisent la durée de vie utile de la structure.

Lectures complémentaires

Maurenbrecher, A.H.P., Trischuk, K., Rousseau, M.Z., Subercaseaux, M.I., « Les mortiers de rejointoiement pour la conservation des bâtiments de maçonnerie ancienne – Considérations pour la conception, *Solution constructive n° 67*, Institut de recherche en construction, Conseil national de recherches du Canada, février 2008.

Maurenbrecher, A.H.P., Trischuk, K., Rousseau, M.Z., Subercaseaux, M.I., *Les mortiers de rejointoiement pour la conservation des maçonneries anciennes*, Rapport de recherche n° 225. Ottawa, 2007. Institut de recherche en construction, Conseil national de recherches du Canada, mars 2007, http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/pubs/rr/rr225/index.php?lang=f.

ASTM C780. *Standard test method for preconstruction and construction evaluation of mortars for plain and reinforced unit masonry*, American Society for Testing and Materials. West Conshohocken, PA.

CSA A179-F04. *Mortiers et coulis pour la maçonnerie en éléments*. CSA, 2004.

Maurenbrecher, A.H.P.,Trischuk, K., Subercaseaux, M.I. et Suter, G., *Cold Weather Protection Requirements for a Low Strength Repointing Mortar*, Proceedings 10th Canadian Masonry Symposium, Banff, Alberta, juin 2005 http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/pubs/fulltext/nrcc47719/

Le site Web sur la maçonnerie de l'Institut de recherche en construction du CNRC contient de plus amples renseignements sur les mortiers de rejointoiement de même que des liens vers des sites Web connexes : http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/bes/hmpe/masonry/index_f.html

A.H.Paul Maurenbrecher, Ph. D. *est un ancien agent de recherche (retraité) du programme Enveloppe et structure du bâtiment de l'Institut de recherche en construction du Conseil national de recherches du Canada.*

Ken Trischuk *est un agent technique et* ***Madeleine Z. Rousseau*** *est une agente du Conseil de recherches pour ce même programme.*

María I. Subercaseaux *est une architecte-conseil en conservation à la Direction de la conservation du patrimoine de Travaux publics et Services gouvernementaux Canada, à Ottawa.*

© 2008
Conseil national de recherches du Canada

Mars 2008
ISSN 1206-1239

« Solutions constructives » est une collection d'articles techniques renfermant de l'information pratique issue de récents travaux de recherche en construction.

Pour obtenir de plus amples renseignements, communiquer avec l'Institut de recherche en construction, Conseil national de recherches du Canada, Ottawa K1A 0R6.
Téléphone : (613) 993-2607 Télécopieur : (613) 952-7673 Internet : http://irc.nrc-cnrc.gc.ca